

ПРОБЛЕМЫ ВЫБОРА МАТЕРИАЛА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ДИЗАЙН ОБОЛОЧКИ ПЛАЗМЕННОЙ УСТАНОВКИ

Сафьянникова В.И., Вехтер Е.В.

Научный руководитель – Вехтер Е.В., к.п.н. доцент кафедры ИГПД ТПУ
Томский политехнический университет
vis9@tpu.ru

Введение

Актуальность исследования обусловлена тем, что анализ и подбор материалов всегда является важной составляющей разработки дизайна и конструкции промышленных установок. Для плазменной установки это необходимо выявить в соответствии с температурой реакции, газовой и пыльной средой работы.

Целью статьи является исследование свойств материалов и выбор оптимальных исходя из особенностей эксплуатации разных частей плазменной установки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: систематизировать и обобщить в таблицы материалы с их характеристиками; проанализировать таблицы в соответствии с требованиями к установке; обосновать выбор определенного материала.

Основные результаты исследования

Установка, создающая плазму, имеют несколько частей конструкции, где часть из них должна выдерживать нагрев, обусловленный режимом работы установки, а другие обладать достаточной прочностью для того, чтобы выдержать всю конструкцию. Частями установки являются: основной корпус, реактор и емкости для газов и воздуха.

В связи с этим необходимо подойти к подбору материала корпусов с различных точек зрения,

учитывая температурные особенности, расположение силовых и информационных блоков, рабочего места.

Для создания корпуса для вмещения различных электрических частей может применяться обычная сталь, нержавеющая сталь или оцинкованная сталь, остальные виды металлов не распространены или не имеют значительных преимуществ по сравнению с затратами в данном виде конструкций. Для металлической части реактора также применяются данные виды сталей, поэтому анализ характеристик металла будет проводиться для двух частей установки.

Для корпуса лучше всего использовать низкоуглеродистую или среднеуглеродистую сталь, так как она обладает достаточной прочностью и хорошей свариваемостью. Сравнивая характеристики различных видов стали наилучшей можно считать легированную сталь марки 18ХГТ. Жаропрочная низколегированная сталь 12МХ обладает меньшей прочностью и в данном случае нет необходимости, так как температурный диапазон работы установки не будет превышать нормы по использованию обычной стали [1,2]. По ценовым и прочностным показателям самым достойным вариантом будет считаться сталь марки 45. В таблице 1 представлены характеристики сталей для корпуса.

Таблица 1. Характеристики сталей

Марки стали	Предельная прочность на разрыв, МПа	Предел текучести ($\sigma_{0.2}$), МПа	Модуль упругости, МПа	Твердость	Цена за тонну, руб.
Сталь 08	370	175	$2.03 \cdot 10^5$	НВ $10^{-1} = 131$ МПа	26.000
Сталь 45	470	245	$2 \cdot 10^5$	НВ $10^{-1} = 170$ МПа	26.000
Сталь Ст0	460	-	-	НВ $10^{-1} = 103-107$ МПа	26.000
Сталь 18ХГТ (легированная)	640	360	$2.11 \cdot 10^5$	НВ $10^{-1} = 217$ МПа	40 000
Сталь 12МХ (жаропрочная низколегированная)	440	235	$2.12 \cdot 10^5$	НВ $10^{-1} = 156$ МПа	70 000

Для части реактора, предназначенной для обзора персоналом, также необходимо выбрать стекло для наблюдения за реакцией и контроля температуры. Стекло должно быть устойчивым к повышению давления и температуры, также обладать стойкостью к возникающим газам и примесям. Для примера были выбраны наиболее

известные виды стекла, которые применяются в данном виде промышленности.

Наиболее надежным и прочным является кварцевое стекло с содержанием 96% силиката, однако он обладает высокой стоимостью. Самым распространенным стеклом при создании физических и химических реакторов является боросиликатное. Оно обладает достаточной

термостойкостью и механическими характеристиками, поэтому может использоваться при химически-активной среде [2,3]. В таблице 2 представлены характеристики стекла для реактора. В таблице 3 представлены материалы и их характеристики для емкостей для газа и воздуха [2,3,4].

Таблица 2. Характеристики стекла

Типы стекла	Термическое расширение (10^{-7} см/см/°C)		Верхний предел рабочей темп. для отожженного стекла (для механических свойств)		Верхний предел рабочей темп. для закаленного стекла (для механических свойств)		Термостойкость, °C	Цена на лист 1600x1200 мм, толщ. 3мм, руб.
	0-300 °C	25 °C, до темп. застывания	Норм. эксплуатация, °C	Экстрем. эксплуатация, °C	Норм. эксплуатация, °C	Экстрем. эксплуатация, °C		
Силикатное	93,5	105	110	460	220	250	16	800
Боро-силикатное	55	53	200	460			33	7000
96% Силиката	7,5	5,52	900	1200			220	500 (диаметр 90мм)

Таблица 3. Материалы для емкостей для газа и воздуха и их характеристики

Типы материалов	Плотность (кг/м ³)	Модуль упругости при растяжении, МПа	Предел прочности на растяжение, МПа	Стойкость к воздействию химически агрессивных сред, солевых растворов	Цена руб. за 1 кг.
Алюминиевые сплавы	2640-2800	6900	70-130	Подвержен электрохимической коррозии. Специальные меры по защите.	160
Полипропилен	920	1700	32	Стоек	100
Органическое стекло	1190	3200	70	Стоек	150
SBS пластик	1050	1586	43	Стоек	800
Стеклопластик	1800-1900	вдоль волокон - 1720 поперек волокон - 5500	вдоль волокон - 226,9 поперек волокон - 51,6	Стоек	50
Сталь	7800	$2 \cdot 10^5$	830	Не стоек. Мероприятия по защите от коррозии.	26

По итогам анализа оптимальными материалами могут стать оргстекло или стеклопластик, в данном случае окончательный выбор будет производиться в соответствии с разработанной дизайн-концепцией и идеей самой разработки.

Заключение

На основании проведенного анализа были проанализированы и выбраны материалы для дальнейшего использования в конструировании и разработке дизайна установки по переработке полимеров. Выбранные материалы учитывают особенности конструкции и условия эксплуатации разных частей плазменной установки.

Список использованных источников

1. Вшивков А.С., Бочкарева Т.М., «Применение композитных материалов в технологии

устройства буронабивных свай в обсадных трубах», Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 69–75.

2. Болдырев А. В.. Оптимизация распределения материала в комбинированных авиационных конструкциях: Дис. канд. техн. наук: 05.07.02: Самара, 2005. 157 с.
3. Виды и свойства стекла [Электронный ресурс], ДИА-М, URL: <https://www.dia-m.ru/page.php?pageid=33699>
4. Свойства полипропилена - Журнал «Полимерные материалы» [Электронный ресурс], URL: <http://www.polymerbranch.com/catalogp/view/3.html&viewinfo=2>